

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力オーディオ信号の所定の周波数成分を抽出する抽出手段と、
前記抽出手段によって抽出された前記所定の周波数成分のオーディオ信号が所定のレベルより大であることを検出したとき検出信号を発生するレベル検出手段と、
前記検出信号に応じて所定の時間を計時する第1計時手段と、
前記第1計時手段の計時中に前記レベル検出手段による検出信号の発生を禁止させる手段と、
前記検出信号に応答して時間の計時を開始し計時開始後に前記レベル検出手段から新たに発生された前記検出信号に応答して時間の計時を終了する第2計時手段と、
前記第2計時手段の時間計時終了時の計時時間を単位拍として所定の単位時間当たりの拍数に換算する換算手段とを備えたことを特徴とする拍数検出装置。

【請求項2】 前記第1計時手段の計時中に前記抽出手段によって抽出された前記所定の周波数成分のオーディオ信号のピークレベルを検出するピークホールド手段と、前記ピークレベルに所定の係数を乗算しその乗算結果の値を前記所定のレベルとする手段とを有することを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【請求項3】 前記レベル検出手段は、前記抽出手段によって抽出された前記所定の周波数成分のオーディオ信号が前記所定のレベル以下であるときには前記所定のレベルを所定値だけ減衰させることを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【請求項4】 前記換算手段によって今回得られた拍数とそれ以前の所定の回数前までに得られた各拍数とを平均した平均値を出力する手段とを有することを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【請求項5】 前記平均値は前記換算手段によって所定数以上連続して得られた各拍数とその平均値の許容値を含む範囲内に存在するときに前記各拍数から求められることを特徴とする請求項4記載の拍数検出装置。

【請求項6】 入力オーディオ信号の複数の互いに異なる周波数帯域毎に拍数を算出し、その各周波数帯域毎の拍数を比較しその比較結果に応じて1の拍数を選択することを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【請求項7】 前記所定の時間は拍数の最大値の時間長から所定分音符の連続時における最後の音符による時間を除いた時間であることを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【請求項8】 前記検出信号の発生に同期した表示を行なう表示器を有することを特徴とする請求項1記載の拍数検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、曲の単位時間当たりの拍数を検出する拍数検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ディスコにおいて演奏される音楽は踊りに適したいわゆるダンスミュージックといわれるものであるが、このようなダンスミュージックであってもダンスミュージック毎にテンポが変わることは踊り辛く好ましくない。一方、テンポを変えないという理由のために、同じ曲をを延々と再生し続けることは、ダンスに対する興味を損なうことになる。そこで、ディスコでダンスミュージックを編集する編集者（ディスクジョッキー；DJ）は、編集用のミキサーを介して、現在再生中の曲（第1の曲）に間断無く連続させて次の曲（第2の曲）に繋げるように、複数台（例えば、2台）のディスクプレーヤを用意している。一方のプレーヤにより第1の曲の再生中に他方のプレーヤにて次の曲（第2の曲）の頭出しを行なうと共に、再生速度を合わせるために他方のプレーヤのディスクの回転速度を制御しておき、第1の曲の再生が終了した時点で他方のプレーヤにより第2の曲の再生を開始することが行なわれる。

【0003】 第1の曲と第2の曲との再生速度を合わせたとしても双方の曲のリズムが揃わないと、第1の曲と第2の曲との繋ぎ目が分かってしまう。よって、DJは第1の曲及び第2の曲各々の単位時間当たりの拍数（BPM: Beat Per Minute）を検出し、拍数を合わせるようにプレーヤのディスク回転数を変化させて微調整する。

【0004】 BPMの従来の検出方法としては、DJがBPMを知りたい曲を聞きながら、その曲の拍に合わせて入力スイッチを押すようにされたBPM測定器を用いる方法が採られていた。BPM測定器では、測定開始後、最初にスイッチが押された時点で同期して時間計測稼働する内部タイマが設けられており、そのタイマによって設定された時間（例えば、10秒）内にスイッチが押された数を計数し、その計数した数を60秒に換算したものを表示器等によって知らせることが行なわれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このようにBPM測定器を用いると、DJはBPM測定のために曲のリズムに合わせてスイッチの押圧を繰り返さなければならない。従って、繋ぎ編集を行なうDJには、次曲の再生速度の調整作業や繋ぎポイントの設定作業などと相俟って繁雑な作業が要求されることになっていた。

【0006】 そこで、本発明の目的は、編集者等のユーザの特別な操作がなくても自動的に曲の拍数を算出することができる拍数検出装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の拍数検出装置は、入力オーディオ信号の所定の周波数成分を抽出する抽出手段と、その抽出手段によって抽出された所定の周波数成分のオーディオ信号が所定のレベルより大である

ことを検出したとき検出信号を発生するレベル検出手段と、検出信号に応じて所定の時間を計時する第1計時手段と、第1計時手段の計時中にレベル検出手段による検出信号の発生を禁止させる手段と、検出信号にตอบสนองして時間の計時を開始し計時開始後にレベル検出手段から新たに発生された検出信号にตอบสนองして時間の計時を終了する第2計時手段と、第2計時手段の時間計時終了時の計時時間を単位拍として所定の単位時間当たりの拍数に換算する換算手段とを備えたことを特徴としている。

【0008】

【作用】本発明によれば、入力オーディオ信号の所定の周波数成分のレベルが所定のレベルより大となった時点から第2計時手段が時間計時を開始し、その時点から所定の時間T1が経過後において入力オーディオ信号の所定の周波数成分のレベルが所定のレベルより大と再度なった時点にて第2計時手段は時間計時を終了し、第2計時手段の時間計時終了時の計時時間T2を単位拍として所定の単位時間（60秒）当たりの拍数BPMが換算される。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は本発明の一実施例であるBPM測定装置を示している。このBPM測定装置においては、アナログオーディオ信号がA/D変換器1を介して3つのBPM検出部101～103に供給される。BPM検出部101は低域検出用であり、BPM検出部102は中域検出用であり、BPM検出部103は高域検出用である。

【0010】BPM検出部101においては、まず、入力される信号を受け入れるBPF（バンドパスフィルタ）2が設けられ、BPF2は入力信号の低域成分（例えば、20～200Hz）を抽出する。BPF2の出力には切換スイッチ11が接続されている。切換スイッチ11は2つの固定接点を有し、BPF2の出力信号が後述するウインドウタイマ6の出力信号に応じて2つの固定接点のいずれか一方に選択的に中継供給される。2つの固定接点の一方の接点にはピークデータホールド回路3が接続されている。ピークデータホールド回路3は供給される信号の最大値を検出する。ピークデータホールド回路3にはスライスレベル生成回路4が接続されている。スライスレベル生成回路4はピークデータホールド回路3によって検出された最大値の例えば、75%の値を示す信号をスライスレベル信号として出力する。2つの固定接点の他方の接点には信号スライスパルス変換器5が接続されている。信号スライスパルス変換器5はスイッチ11を介して供給されたBPF2の出力レベルをスライスレベル生成回路4で生成されたスライスレベルと比較し、BPF2の出力レベルがスライスレベルを越えたときに高レベル出力を発生すると共にリセット信号を発生する。このリセット信号はウインドウタイマ6に

供給される。ウインドウタイマ6はリセット信号にตอบสนองして所定の時間T1を計時する。この所定の時間T1は、拍のタイミングを採る音以外の音を無視するための時間であり、例えば、64分音符を無視する場合を考えるとBPMの最大値を160（ただし、ディスコで演奏される曲の場合）までとすれば、 $60000\text{msec} \div 160$ は1拍の長さとなるので、

【0011】

【数1】 $(60000\text{msec} \div 160) \times 15 / 16 = 351.5\text{msec}$

と設定される。ウインドウタイマ6は所定の時間T1を計時し終わるまでは切換スイッチ11を一方の固定接点、すなわちピークデータホールド回路3側に切り換えさせておき、所定の時間T1の計時後は切換スイッチ11を他方の固定接点、すなわち信号スライスパルス変換器5側に切り換えさせる。

【0012】信号スライスパルス変換器5の出力信号はBPM換算器7に供給される。BPM換算器7は信号スライスパルス変換器5の出力レベルが高レベルとなった時点から計時を開始し、信号スライスパルス変換器5の出力レベルが次に高レベルとなる時点までの計時時間T2を得て、その計時時間T2からBPM値を換算する。BPM換算器7の出力には連続安定区間検出器8が接続されている。連続安定区間検出器8は動作の詳細については後述するが、BPM換算器7から出力されたBPM値が連続しているか否かを判別すると共にBPM値の平均値 BPM_{ave} を算出する。この連続安定区間検出器8の出力信号がBPM検出部101の出力信号となり、集計表示回路9に供給される。また、信号スライスパルス変換器5の出力信号はLEDやレベルメータからなるビートメータ表示器10に供給され、信号スライスパルス変換器5の出力レベル変動にตอบสนองしてビートメータ表示器10が点灯或いはレベル表示するようになっている。

【0013】BPM検出部102、103もBPM検出部101と同様に構成され、集計表示回路9にその出力信号が供給される。ただし、BPM検出部102の入力段のBPFは入力信号の中域成分（200～2000Hz）を抽出し、BPM検出部103の入力段のBPFは入力信号の高域成分（2000～20000Hz）を抽出する。集計表示回路9にはBPMを数値表示する拍数表示器12が接続されている。

【0014】なお、BPF2、ピークデータホールド回路3、スライスレベル生成回路4、信号スライスパルス変換器5、ウインドウタイマ6及び切換スイッチ11からなる部分はDSP（デジタル信号プロセッサ）によって実現される。すなわち、DSPはプログラムを実行することによりそれらの構成を形成するのである。また、BPM換算器7、連続安定区間検出器8及び集計表示回路9はマイクロコンピュータの動作によって実現される。

5

【0015】かかる構成において、オーディオ信号はA/D変換器1によってデジタル化された後、各BPM検出部101~103に供給される。BPM検出部101について動作を説明すると、まず、デジタル化オーディオ信号の低域成分がBPF2において抽出され、その抽出された成分は切換スイッチ11を介して信号スライスパルス変換器5に供給される。信号スライスパルス変換器5においては、図2に示すように、BPF2からの低域成分の信号レベルがスライスレベルより大であるか否かが判別される(ステップS51)。BPM検出部102、103においては中域成分、高域成分の信号レベルがスライスレベルと比較される。低域成分の信号レベル \leq スライスレベルならば、スライスレベルが所定値だけ低減される(ステップS52)。一方、低域成分の信号レベル $>$ スライスレベルならば、出力が高レベルにされる(ステップS53)、更にリセット信号がウインドウタイマ6に対して発生される(ステップS54)。ステップS54の実行後、ウインドウタイマ6から所定の時間T1の計時終了を示すタイムオーバ信号が供給されたか否かが判別される(ステップS55)。後述のステップS64においてタイムオーバ信号がウインドウタイマ6から発生し、それが供給されたならば、出力が低レベルにされる(ステップS56)。この動作がA/D変換器1のサンプリング周期で繰り返される。出力は高レベルとなった後、低レベルとなることによりパルスを発したことになる。この出力の初期値は低レベルである。

【0016】なお、スライスレベルは上記したようにスライスレベル生成回路4から供給されるが、それは信号スライスパルス変換器5内の図示しないメモリに記憶され、記憶されたスライスレベルがステップS51の比較に用いられる。また、記憶されたスライスレベルはステップS52において所定レベルだけ低減され、その新たなスライスレベルによってメモリは更新される。

【0017】信号スライスパルス変換器5がリセット信号を発生すると、ウインドウタイマ6は計時動作を開始する。ウインドウタイマ6は、動作を開始すると、図3に示すように、計時値を単位値だけ増加し(ステップS61)、その計時値が所定の時間T1を越えたか否かを判別する(ステップS62)。計時値が所定の時間T1を越えない場合には切換スイッチ11をピークデータホールド回路3側に切り換えさせ(ステップS63)、計時値が所定の時間T1を越えた場合、すなわちタイムオーバとなった場合には信号スライスパルス変換器5に対してタイムオーバ信号を発生し(ステップS64)、また切換スイッチ11を信号スライスパルス変換器5側に切り換えさせる(ステップS65)。この動作は上記の単位値を周期として行なわれる。

【0018】切換スイッチ11がピークデータホールド回路3側に切り換えられると、ピークデータホールド回

6

路3にはBPF2からの低域成分の信号が切換スイッチ11を介して供給される。ピークデータホールド回路3は低域成分の信号を絶対値変換した後、その最大値を検出して保持する。すなわち、図4に示すように、サンプル毎にBPF2からの低域成分の信号の絶対値を検出し(ステップS31)、その絶対値信号レベルが最大値MAXより大であるか否かを判別する(ステップS32)。絶対値信号レベル $>$ 最大値MAXならば、最大値MAXをその絶対値信号レベルとする(ステップS33)。この最大値MAXはデータ信号としてスライスレベル生成回路4に供給される。

【0019】スライスレベル生成回路4は図5に示すように、ピークデータホールド回路3によって検出された最大値MAXに0.75を乗算しその乗算結果をスライスレベルとし(ステップS41)、それをスライスレベル信号として信号スライスパルス変換器5に出力する(ステップS42)。MAXに乗算した係数である0.75は経験値であり、これに限定されない。

【0020】入力オーディオ信号が例えば、図6(a)に示すような信号波形であるとする、BPF2を通過した低域成分の信号波形は図6(b)に示すようになる。このBPF2の出力信号の絶対値がピークデータホールド回路3においてとられると、図6(c)に示すようなプラス成分の信号となる。このような信号から上記した如く最大値MAXが検出され、スライスレベルが設定される。よって、BPF2を通過した低域成分の信号レベルがこのスライスレベルより大となると、信号スライスパルス変換器5の出力が例えば、図6(d)に示すように時点 t_1 において高レベルとなり、この時点 t_1 から所定の時間T1が経過した時点 t_2 において信号スライスパルス変換器5の出力は低レベルとなる。

【0021】信号スライスパルス変換器5の出力信号がBPM換算器7に供給されることにより、BPM換算器7は、図7に示すように、まず、信号スライスパルス変換器5の出力が高レベルになったか否かを判別する(ステップS71)。高レベルになったと判別したときには内部タイムカウンタ(図示せず)による計時を初期値(例えば、0)から開始させ(ステップS72)、信号スライスパルス変換器5の出力が高レベルになったか否かを判別する(ステップS73)。このステップS73の判別はステップS71において高レベルが判別された後、信号スライスパルス変換器5の出力が一旦低レベルに戻ってから再び高レベルになったときを検出するものである。ステップS73で高レベルと判別すると、上記の内部タイムカウンタによる計時を停止させ(ステップS74)、その内部タイムカウンタの計時時間T2を読み取る(ステップS75)。この計時時間T2は図6(d)の信号スライスパルス変換器5の出力信号波形において示すと、時点 t_1 から時点 t_3 までの時間である。計時時間T2の読み取り後、60000を計時時間T2

(msec)で割ることにより拍数BPMを算出し(ステップS76)、そして拍数BPMをメモリ(図示せず)に今回値BPM_nとして記憶させる(ステップS77)。メモリには今回値BPM_nから15回前の算出値BPM_{n-15}までの16個の拍数が記憶される。

【0022】連続安定区間検出器8は図8に示すように、メモリに記憶された今回値BPM_nを読み出して(ステップ81)、その今回値BPM_nが100から150までの範囲の値であるか否かを判別する(ステップ82)。100から150までという拍数範囲についてはディスクで演奏される音楽のテンポがその範囲に通常入ることから定めている。100 ≤ BPM_n ≤ 150であれば、メモリに記憶されたBPM_n、BPM_{n-1}、…、BPM_{n-15}においてBPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるか否かを判別する(ステップ83)。BPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるならば、その連続数Cを検出して上記のメモリに記憶し(ステップ84)、連続区間の拍数の平均値BPM_{AVE}をメモリに記憶する(ステップ85)。

【0023】BPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間の検出としては、BPM_n ~ BPM_{n-m}までの各サンプル値の平均値AVE_nを算出し、サンプル値BPM_n ~ BPM_{n-m}の各々と平均値AVE_nとの差が±5以内であるか否かを判別することにより行なう。ここで、mは3 ~ 15であり、nはn ~ n-12である。サンプル値BPM_n ~ BPM_{n-m}の各々と平均値AVE_nとの差が±5以内であって連続数Cが大なる平均値AVE_nがメモリに記憶される。

【0024】ステップS82においてBPM_n < 100又はBPM_n > 150ならば、今回値BPM_nが50から75までの範囲の値であるか否かを判別する(ステップ86)。50 ≤ BPM_n ≤ 75であれば、今回のサンプルは2分音符であるとみなして今回値BPM_nを2倍にしてそれを今回値BPM_nとする(ステップ87)。そして、今回値BPM_nとメモリに記憶されたBPM_{n-1}、…、BPM_{n-15}においてBPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるか否かを判別する(ステップ88)。BPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるならば、ステップ87で得た今回値BPM_nでメモリの値を更新して(ステップ89)、ステップS84に進む。

【0025】ステップS86においてBPM_n < 50又はBPM_n > 75である場合、又はステップ88においてBPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間がないと判別した場合には、今回値BPM_nが67から100までの範囲の値であるか否かを判別する(ステップ8A)。67 ≤ BPM_n < 100であれば、今回のサンプルは符点4分音符であるとみなして今回値BPM_nを1.5倍にしてそれを今回値BPM_nとする(ステップ8B)。そして、ステップS88と同様に今回値BPM

とメモリに記憶されたBPM_{n-1}、…、BPM_{n-15}においてBPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるか否かを判別する(ステップ8C)。BPM_{AVE} ± 5以内で4サンプル以上の連続区間があるならば、ステップS89に進む。なお、4サンプル以上の連続安定区間が得られない場合には連続数Cが0とされる(ステップ8D)。

【0026】このようなBPM検出部101における動作がBPM検出部102、103においても行なわれるので、低域成分、中域成分及び高域成分についての連続数Cが定まることになる。よって、集計表示回路9は、図9に示すように、先ず、BPM検出部101 ~ 103のいずれかに4サンプル以上の連続安定区間が存在したか否かを判別する(ステップ91)。これはBPM検出部101 ~ 103毎に連続数Cから判別することができる。連続数Cが0ならば、今回は連続安定区間が存在しないので、表示器12に表示されている前回の数値をそのまま継続させて表示させる(ステップ92)。

【0027】一方、BPM検出部101 ~ 103のいずれかに4サンプル以上の連続安定区間が存在したならば、各連続数Cのうちの最大値を検出する(ステップ93)。BPM検出部101の連続数をC₁、BPM検出部102の連続数をC₂、そしてBPM検出部103の連続数をC₃とすると、そのC₁ ~ C₃の中から最大値が検出される。その最大値が得られたBPM検出部の今回の平均値BPM_{AVE}をメモリから読み出す(ステップ94)。その後、表示方法がリアル表示かアベレージ表示かを判別し(ステップ95)、リアル表示ならば、平均値BPM_{AVE}を表示器12に数値表示させ(ステップ96)、アベレージ表示ならば、今回平均値BPM_{AVE}を含む過去16拍の表示値の平均値を算出してそれを表示器12に数値表示させる(ステップ97)。リアル表示とアベレージ表示との選択は図示しない操作部の操作に応じて指定される。

【0028】図10は本発明による拍数検出装置を適用したDJシステムを示している。このDJシステムにおいては、2つのディスクプレーヤ21、22が備えられている。ディスクプレーヤ21、22は例えば、CDプレーヤからなり、ディスク回転速度を調整器21a、22aによって変化させることができる。ディスクプレーヤ21、22から各々出力される再生信号であるオーディオ信号はミキサー装置23に供給される。ミキサー装置23は、双方のディスクプレーヤ21、22からのオーディオ信号を任意の混合比で混合するか又はいずれか一方のオーディオ信号を選択的に出力することができる混合器24と、ディスクプレーヤ21からのオーディオ信号が示す曲の拍数を検出する拍数検出装置25と、ディスクプレーヤ22からのオーディオ信号が示す曲の拍数を検出する拍数検出装置26とを備えている。混合器24から出力されたオーディオ信号はアンプ27で増幅

されてスピーカ28に供給される。

【0029】なお、上記した実施例においては、入力オーディオ信号の低域成分、中域成分及び高域成分で個別に平均値BPM_{AVE}を算出してその3つのBPM_{AVE}から1つを選択して表示しているが、いずれか1つの帯域からだけ平均値BPM_{AVE}を算出してそれを表示するようにしても良い。また、上記の実施例においては、ウィンドウタイマ6のリセットは図6(d)に示したように時点 t_1 で行なわれるが、次にリセットされる時点は計時時間T2が得られた時点 t_3 以降に信号スライスパルス変換器5の出力レベルが低レベルから高レベルに反転した時点である。しかしながら、計時時間T2が得られた時点 t_3 において、ウィンドウタイマ6をリセットさせて所定の時間T1の測定を開始させると共に次の計時時間T2の計時を開始しても良い。

【0030】更に、上記した実施例においては、複数の周波数帯域毎にBPMを算出しているが、所定の帯域だけのBPMを求めるものでも良い。

【0031】

【発明の効果】本発明の拍数検出装置においては、入力オーディオ信号の所定の周波数成分のレベルが所定のレベルより大となった時点から第2計時手段が時間計時を開始し、その時点から所定の時間T1が経過後において入力オーディオ信号の所定の周波数成分のレベルが所定のレベルより大と再度なった時点にて第2計時手段は時間計時を終了し、第2計時手段の時間計時終了時の計時時間T2を単位拍として所定の単位時間当たりの拍数BPMが換算される。よって、編集者の特別な操作がなくても自動的に曲の拍数を算出することができるので、再生中の第1の曲から次に再生すべき第2の曲への緊ぎ編

集を行なう編集者には、第2の曲を第1の曲の拍数に合わせるようにプレーヤのディスク回転数を変化させて微調整することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す図である。

【図2】図1の装置中の信号スライスパルス変換器の動作を示すフローチャートである。

【図3】図1の装置中のウィンドウタイマの動作を示すフローチャートである。

【図4】図1の装置中のピークデータホールド回路の動作を示すフローチャートである。

【図5】図1の装置中のスライスレベル生成回路の動作を示すフローチャートである。

【図6】図1の装置中の各部の信号波形を示す図である。

【図7】図1の装置中のBPM換算器の動作を示すフローチャートである。

【図8】図1の装置中の連続安定区間検出器の動作を示すフローチャートである。

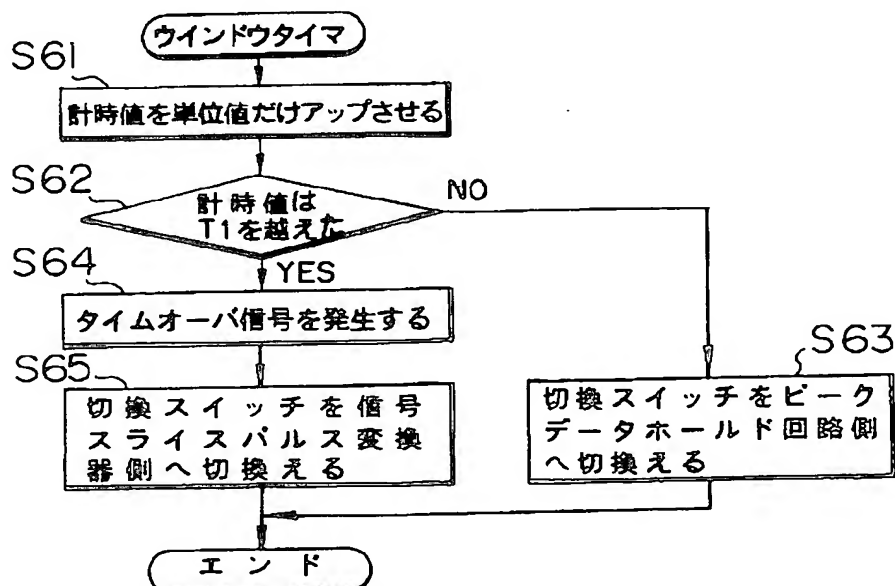
【図9】図1の装置中の集計表示回路の動作を示すフローチャートである。

【図10】本発明による拍数検出装置を適用したDJシステムを概略的に示す図である。

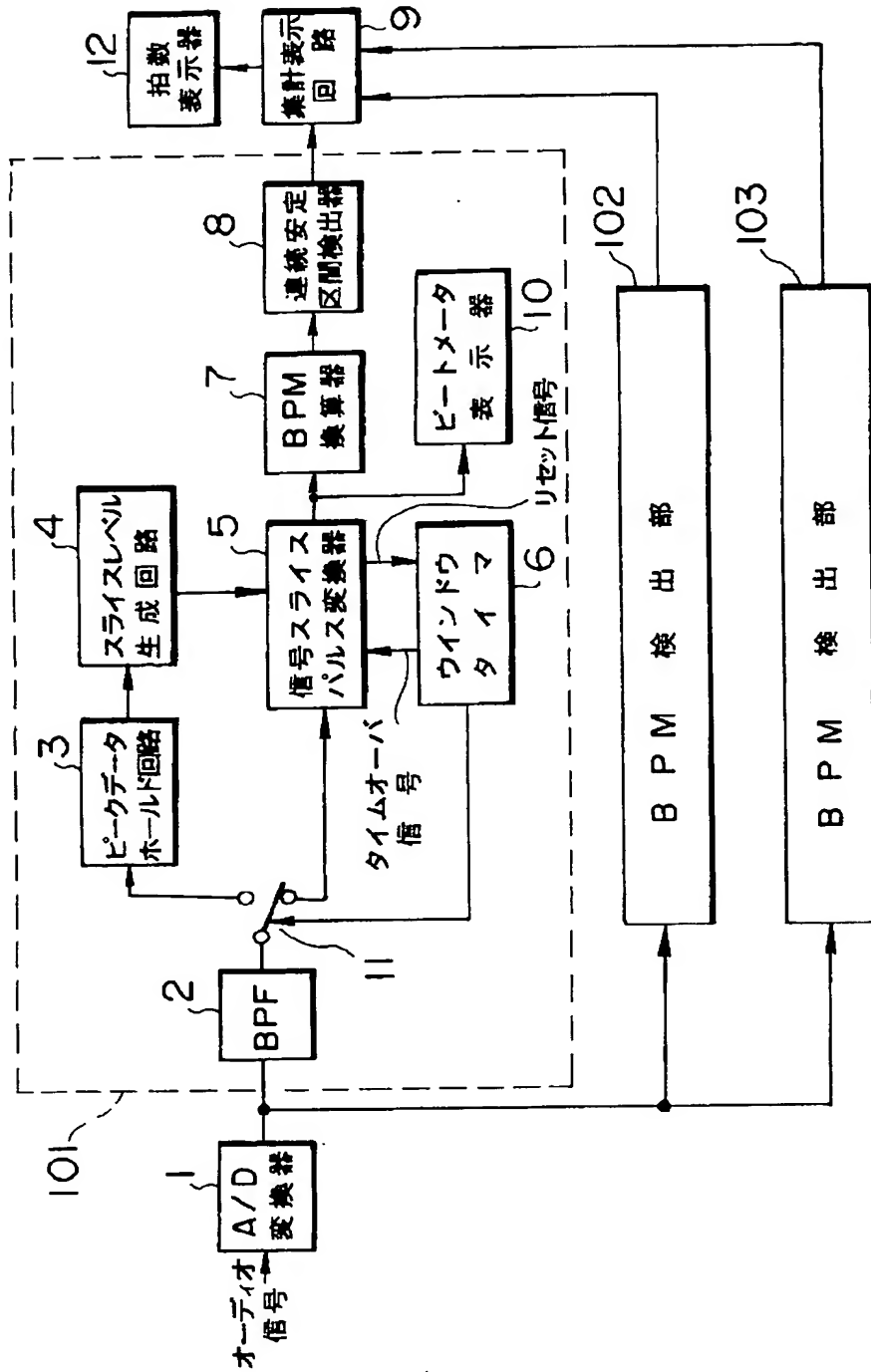
【主要部分の符号の説明】

- 2 BPF
- 5 信号スライスパルス変換器
- 6 ウィンドウタイマ
- 7 BPM換算器
- 9 集計表示回路
- 101~103 BPM検出部

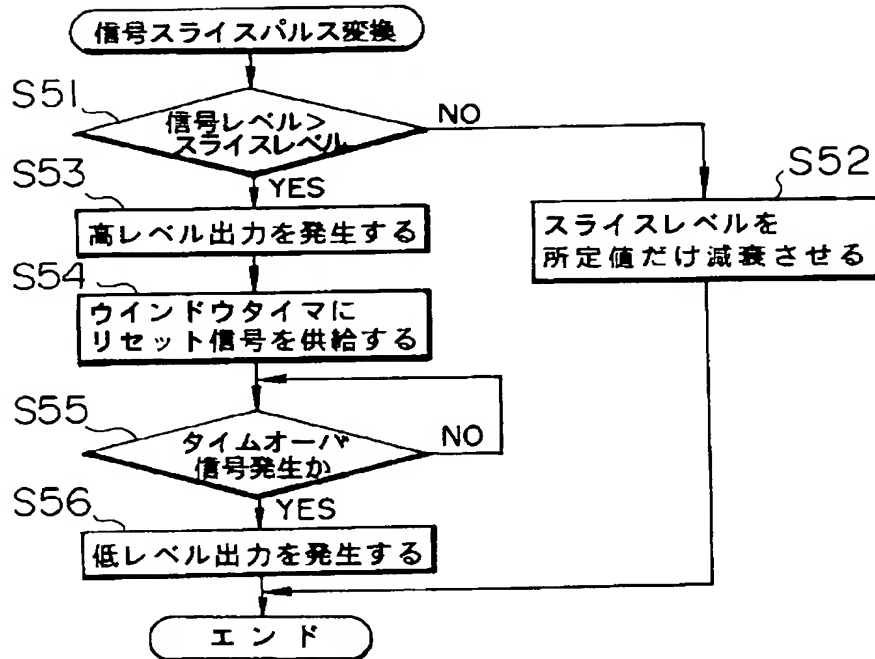
【図3】



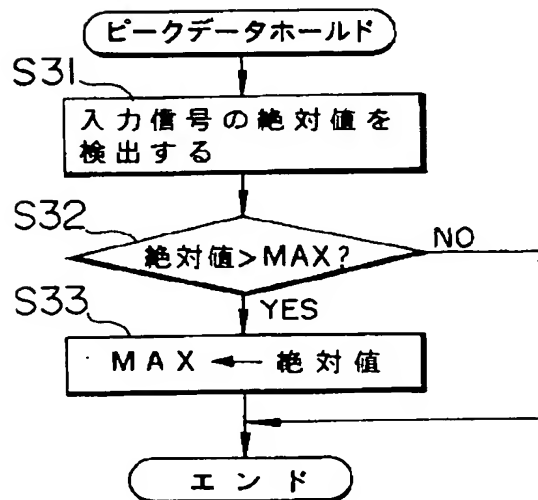
【図1】



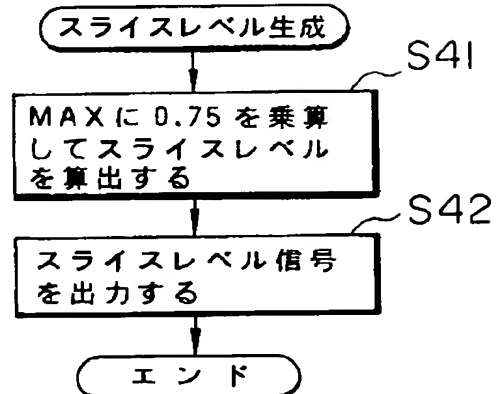
【図2】



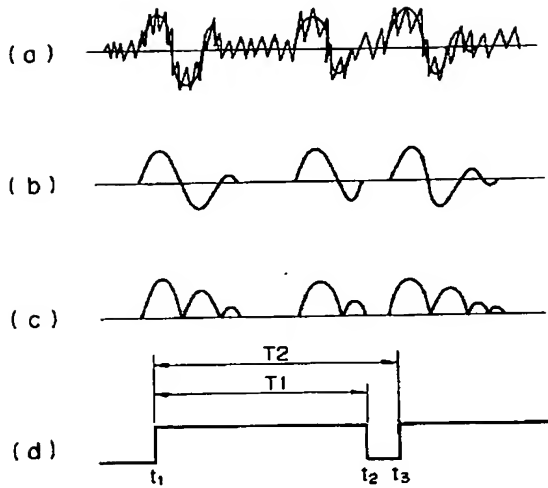
【図4】



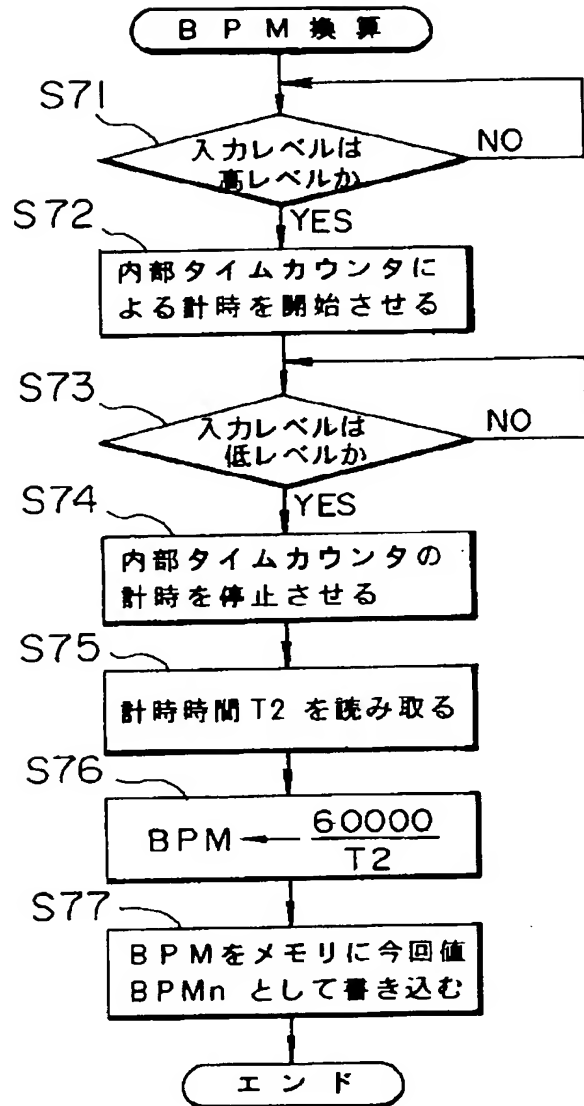
【図5】



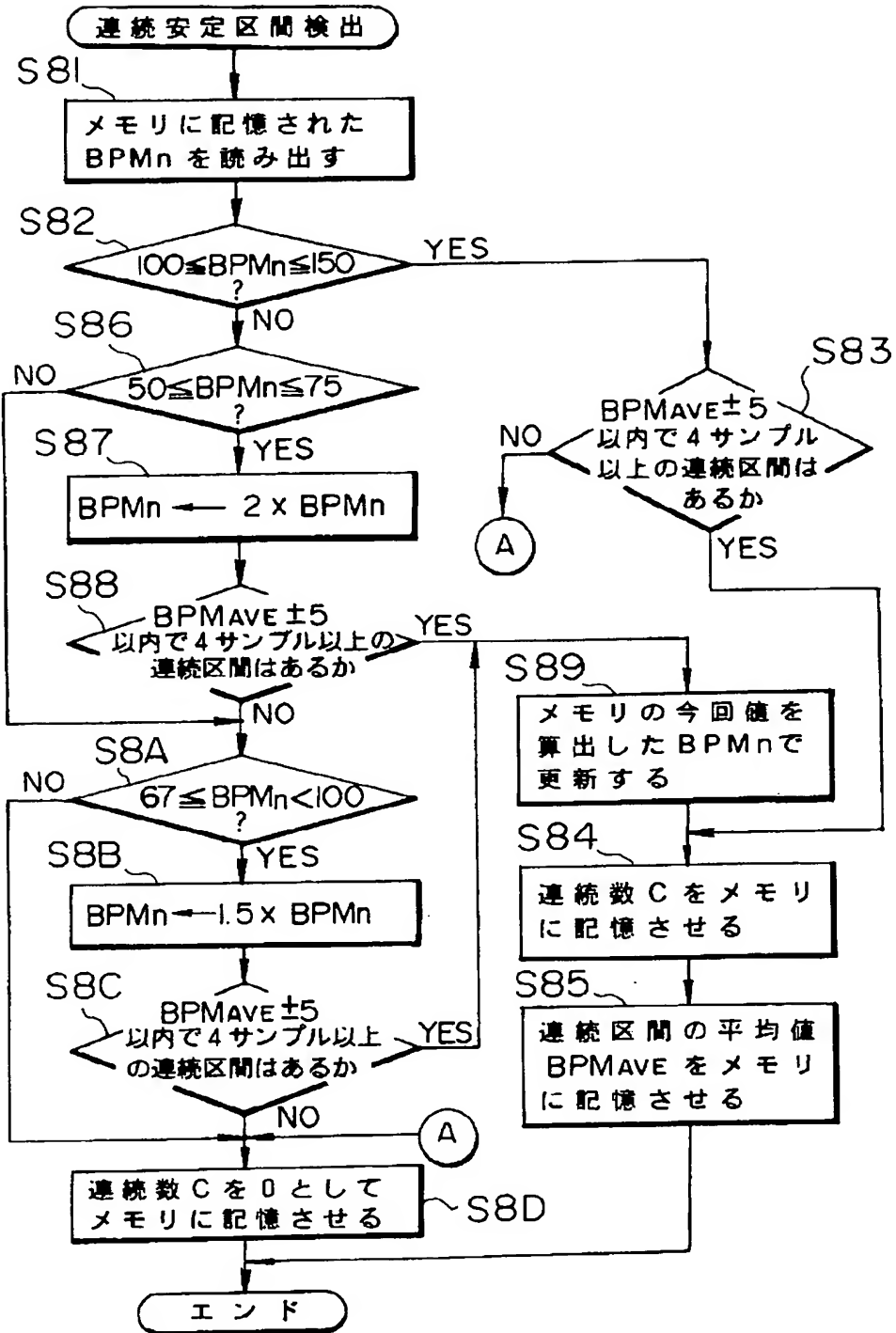
【図6】



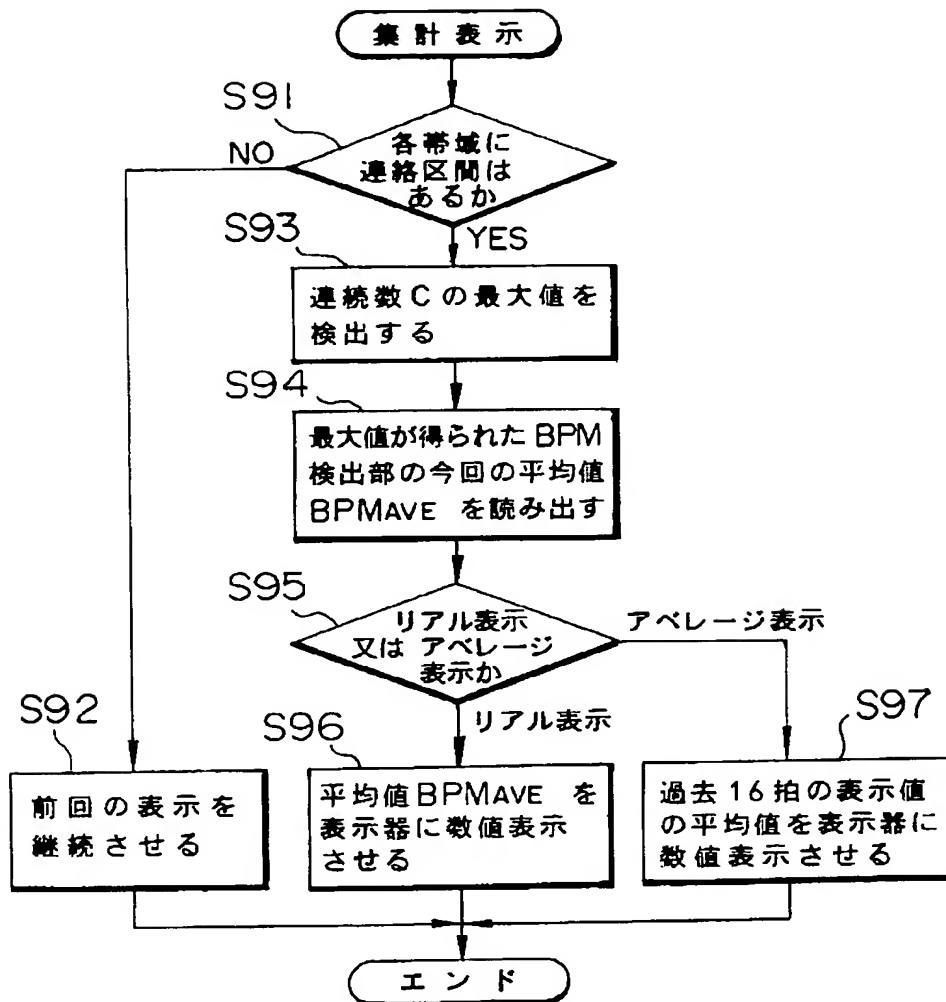
【図7】



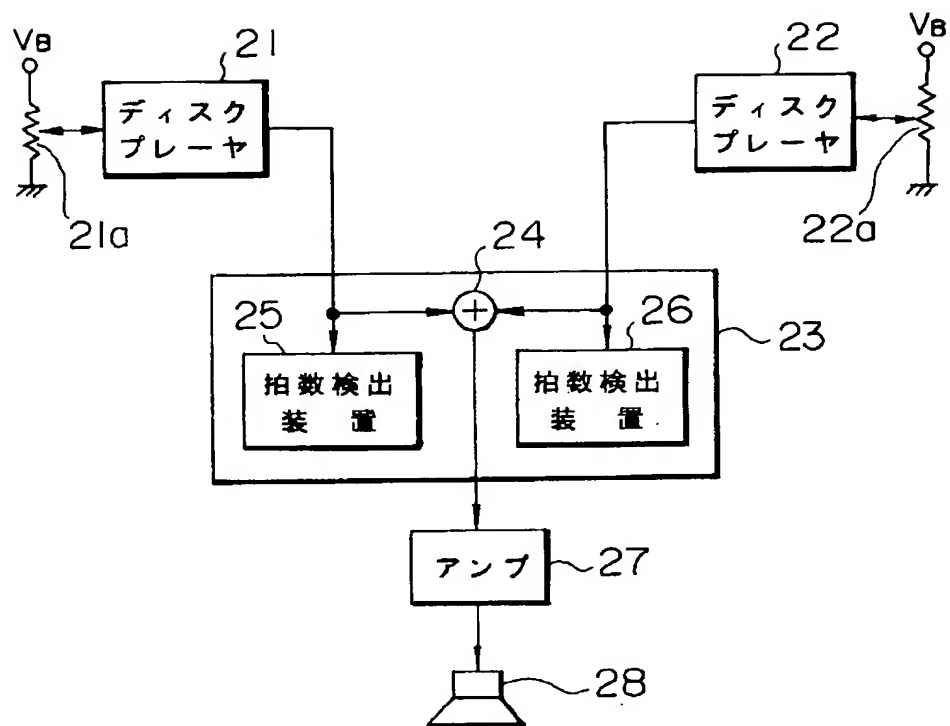
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 井下 源
 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地バイオニ
 ア株式会社所沢工場内